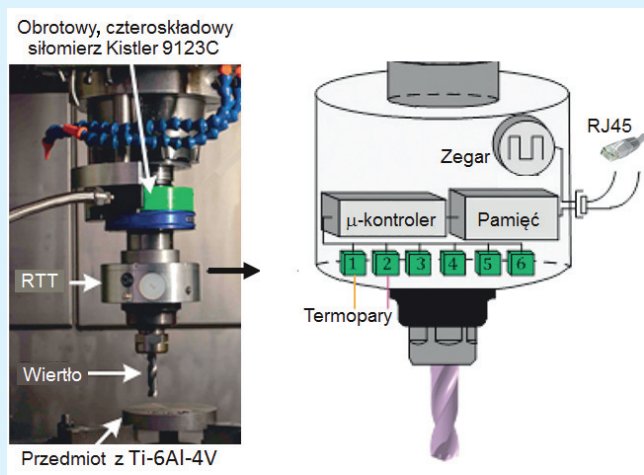


## Obrotowy miernik temperatury skrawania

Pomiary temperatury ostrza skrawającego podczas wiercenia są szczególnie skomplikowane z uwagi na obracające się narzędzie i słabą dostępność ostrza. Nowym urządzeniem – RTT (*Rotary Tool Temperature*) – można mierzyć temperaturę blisko krawędzi skrawającej. Jego ważną zaletą jest łatwość integracji z obrotowym siłomierzem do wiercenia i frezowania.

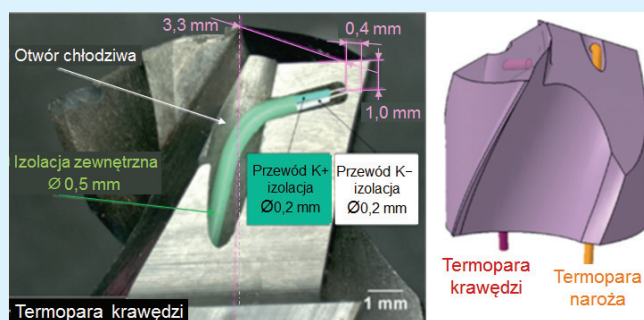
Urządzenie przedstawione na rys. 1 umożliwia jednoczesne pomiary sił skrawania i temperatury ostrza. Da się do niego podłączyć do sześciu termopar z kompensacją zimnych złączy. Jest wyposażone w: mikrokontroler umożliwiający próbkowanie z częstotliwością do 2,25 kHz; pamięć 64 MB, gromadzącą wyniki pomiarów w czasie skrawania; zegar do synchronizacji sygnałów i baterię litową (3,6 V; 3,6 Ah).



Rys. 1. Obrotowy miernik temperatury skrawania

System pomiarowy składa się z dwóch części. Sam RTT jest mocowany w standardowym uchwycie narzędziowym i obraca się razem z wiertłem. Moduł zewnętrzny, odpowiedzialny za komunikację z komputerem, zawiera niezależny zegar, który przed rozpoczęciem pomiarów powinien być zsynchronizowany z wewnętrznym zegarem, jeśli mają być mierzone jednocześnie siły i temperatura, które są rejestrowane niezależnie. Po wykonaniu pomiarów moduł ten łączy się z RTT standardową wtyczką RJ45, aby przesłać zawartość pamięci do komputera.

Wykorzystano specjalnie przygotowane wiertło o średnicy  $\varnothing 12$  mm z dwiema termoparami (rys. 2), z których jedna została umieszczona w pobliżu środka głównej krawędzi skrawającej, druga zaś – blisko naroża wiertła. W obu występują dwa gorące złącza: K+/WCCo i WCCo/K-, czyli

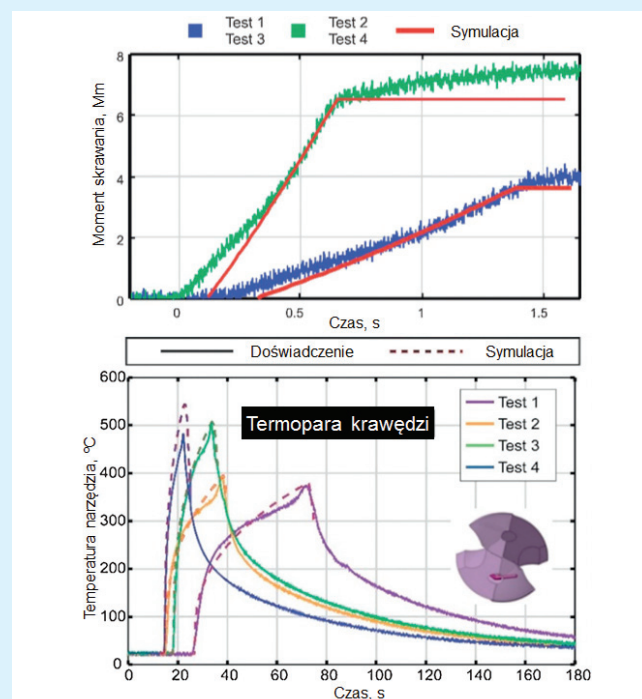


Rys. 2. Rozmieszczenie termopar blisko krawędzi i naroża wiertła

materiał ostrza jest częścią tych złączy. Narzędzia użyto do badania temperatury ostrza podczas wiercenia stopu tytanu Ti-6Al-4V. Wykonano cztery testy z parametrami podanymi w tabelicy, a wyniki pomiarów oraz symulacji numerycznych dla termopary na środku krawędzi przedstawiono na rys. 3.

TABLICA. Parametry skrawania zastosowane w testach

Test	$v_c$ , m/min	$f$ , mm/obr
1	10	0,1
2	10	0,2
3	30	0,1
4	30	0,2



Rys. 3. Wyniki pomiarów i symulacji momentu skrawania i temperatury ostrza

Różnice między wynikami pomiarów i symulacji nie przekraczały 10%. Przy prędkości skrawania  $v_c = 10$  m/min i posuwie  $f = 0,1$  mm/obr temperatura ostrza sięgała ok. 370°C. Wzrost prędkości do 30 m/min i posuwu do 0,2 mm/obr powodował wzrost tej temperatury do ok. 500°C, a wyniki symulacji wskazują, że może sięgać nawet wyżej. Jak widać, decydujący wpływ na moment skrawania ma posuw przy pomijalnym wpływie prędkości skrawania. Z kolei na temperaturę ostrza wpływa głównie prędkość skrawania, podczas gdy wpływ posuwu jest nieznaczący.

Opracował: prof. dr hab. inż. Krzysztof Jemielniak

### LITERATURA

Lazoglu I. et al. "Thermal analysis in Ti-6Al-4V drilling". *CIRP Annals – Manufacturing Technology*. 66 (2017): s. 105–108. ■